Manual del usuario

EABW
Versión 1.9.0

Software de Química
Equilibrios ácido-base para Windows

Windows XP® - Windows Vista® - Windows 7® - Windows 8® - Windows 10®

VAXA SOFTWARE

ÍNDICE

Introducción 3

Condiciones de uso del software 3

Ventana *Principal* 4

Tipos de cálculos de equilibrios ácido-base 7
- Equilibrios de ácido/base simple 7
- Equilibrios de hidrólisis de sales 8
- Equilibrios de mezcla ácido + base 8
- Equilibrios de disolución reguladora 9
- Equilibrios de valoración ácido-base 9

Ventana de selección del tipo de gráfica 10

Ventana *Gráfica* 11

Ventana *Tabla* 12

Ejemplos 14
- Ejemplo 1: Ácido simple 14
- Ejemplo 2: Valoración volumétrica 15

Fórmulas de equilibrios 16
- Equilibrios de ácido/base simple 16
- Equilibrios de hidrólisis de sales 18
- Equilibrios de mezcla ácido + base 19
- Equilibrios de disolución reguladora 23
- Equilibrios de valoración ácido-base 25

Tipos de representaciones gráficas 26

Comandos de teclado 27

Especificaciones 28

Marcas comerciales 29

Introducción

EABW es una aplicación informática bajo entorno Windows para el cálculo de equilibrios químicos iónicos del tipo ácido-base.

Este manual es acerca de la aplicación.
Este manual no trata la teoría de los equilibrios iónicos ácido-base.
Se supone que el usuario tiene conocimientos básicos sobre equilibrios iónicos ácido-base.

Por favor, léase el presente manual a fin de conocer todas las capacidades de la aplicación.

◆ **Nota**
El aspecto, características y precio del software pueden cambiar sin previo aviso y ser diferentes a los mostrados en este manual, en páginas web de Internet, en videos o en otros documentos.

Condiciones de uso del software (*)

VaxaSoftware no será responsable de los daños o perjuicios directos o indirectos ocasionados por el uso o imposibilidad de uso del software, ni por los efectos en el funcionamiento del software de terceros o del sistema operativo.

Antes de la instalación recomendamos hacer copia de seguridad de sus datos, crear un punto de restauración del sistema y tener a mano todos los archivos para la reinstalación del sistema operativo y todo su software.

Usted podrá evaluar gratuitamente el software durante el tiempo que considere necesario.
Transcurrido este periodo de evaluación usted deberá registrarse o desinstalar el software.

Para registrar el software abra la opción "REGISTRAR APLICACIÓN" en la ayuda del software.
Tras pagar los derechos de registro recibirá por e-mail la CLAVE de REGISTRO.
Una vez registrado el software, podrá usar las opciones que estaban deshabilitadas hasta ese momento.

Conserve su clave de registro en lugar seguro. Si tuviera que reinstalar el software podría necesitarla.

La CLAVE de REGISTRO es única para cada equipo. No podrá usar la clave de registro en un equipo distinto.

Usted puede distribuir libremente copias inalteradas del sistema de instalación del software a otros usuarios.
Usted tiene derecho al uso del software pero no a la propiedad del mismo.
Por tanto, usted no puede descompilar el software ni usar ningún tipo de ingeniería inversa para su análisis o modificación.
No puede usar parte o la totalidad del software para crear un nuevo software.

Conflictos de archivos compartidos:
VaxaSoftware no será responsable de los conflictos debidos a la incompatibilidad de archivos compartidos (*.dll *.ocx y otros).

El software de VaxaSoftware usa archivos compartidos (*.dll *.ocx y otros) que se copian al equipo durante la instalación.
Es posible que el archivo compartido exista previamente y sea o no reemplazado por otra versión distinta durante la instalación del software.
Ello puede originar que el software de VaxaSoftware no funcione y/o que software de terceros que compartan el mismo archivo no lo haga.

Asimismo la instalación de software de terceros puede ocasionar que el software de VaxaSoftware o el software de terceros no funcione.

VaxaSoftware tratará de resolver estos conflictos de forma razonable, no obstante su resolución satisfactoria no está garantizada.

(*) Las condiciones de uso del software ya fueron aceptadas por el usuario durante el proceso de instalación. Aquí se reseñan para su consulta posterior.

Ventana *Principal*

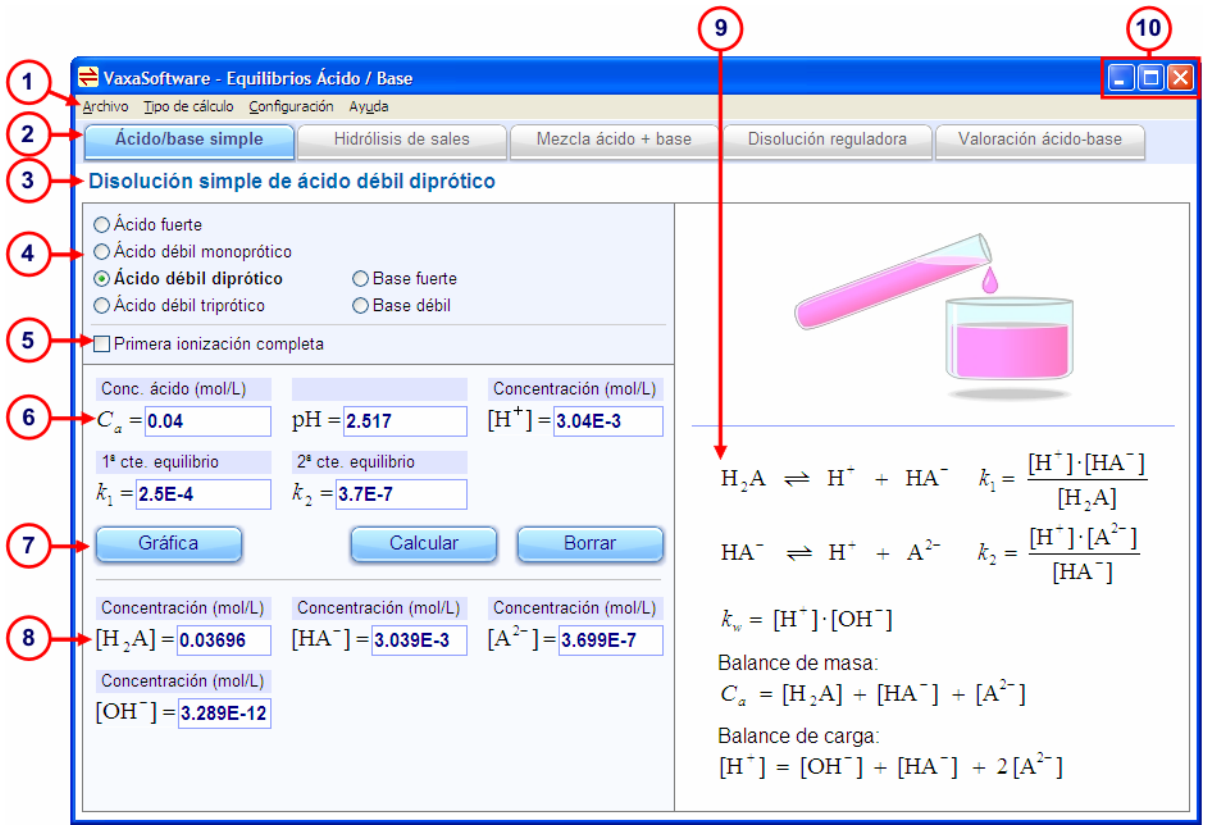

Fig. 1
Ventana principal

(1) Barra de menús

Consta de los menús: *Archivo, Tipo de cálculo, Configuración* y *Ayuda*.

Menú ***Archivo***

Salir
Sale de la aplicación.

Menú ***Tipo de cálculo***

Ácido/base simple
Accede a los cálculos de disoluciones simples de un componente (ácido o base).

Hidrólisis de sales
Accede a los cálculos de disoluciones con sales.

Mezcla ácido + base
Accede a los cálculos de disoluciones con mezclas de ácidos y bases.

Disolución reguladora
Accede a los cálculos de disoluciones reguladoras (tampón, buffer o amortiguadoras).

Valoración ácido-base
Accede a los cálculos de valoraciones volumétricas de ácidos y bases.

Menú ***Configuración***

Separador decimal
Permite seleccionar el separador de decimales: Punto [.] o bien coma [,] que se usará en los resultados.
No obstante, la entrada se podrá realizar tanto con *coma* como con *punto*.

Dígitos significativos
Permite seleccionar el número de dígitos significativos de los resultados.
Podemos seleccionar entre 4 y 12 dígitos significativos.

Producto iónico del agua Kw
Permite seleccionar el valor de la constante del producto iónico del agua K_W.
Podemos seleccionar $pK_W = 14.00$ para 25 °C o bien $pK_W = 13.59$ para 37 °C.

◆ ***Nota :***

$pKw = -\log_{10}K_W$. Por tanto $K_W = 10^{-pKw}$ Tenemos que: $pKw = 14.00 \rightarrow K_W = 10^{-14}$
$pKw = 13.59 \rightarrow K_W = 2.57 \cdot 10^{-14}$

Menú ***Ayuda***

Manual del Usuario (documento PDF)...
Muestra el presente manual.

Registrar aplicación
Muestra la ventana para registrar la aplicación.

Funciones deshabilitadas en la versión no registrada
Muestra la lista de funciones deshabilitadas cuando la aplicación no está registrada.

Página Web (www.vaxasoftware.com)...
Accede a la página web de VaxaSoftware en Internet.
Se requiere una conexión a Internet activa y un navegador.

Hacer una donación...
Accede a la página web de donaciones de VaxaSoftware en Internet.
Se requiere una conexión a Internet activa y un navegador.

Acerca de...
Muestra la ventana de presentación con los datos de la versión.

(2) Barra de pestañas de tipo de cálculo

Ácido/base simple
Accede a los cálculos de disoluciones simples de un componente (ácido o base).

Hidrólisis de sales
Accede a los cálculos de disoluciones con sales.

Mezcla ácido + base
Accede a los cálculos de disoluciones con mezclas de ácidos y bases.

Disolución reguladora
Accede a los cálculos de disoluciones reguladoras (tampón, buffer o amortiguadoras).

Valoración ácido-base
Accede a los cálculos de valoraciones volumétricas de ácidos y bases.

(3) Título del tipo de cálculo

Muestra una descripción del tipo de cálculo de equilibrio ácido-base actual.

(4) Botones de opciones

Permiten seleccionar un tipo de cálculo de equilibrio ácido-base más específico.

(5) Casilla *Primera ionización completa*

Permite indicar que el ácido diprótico o triprótico tiene la primera ionización completa.
(Esto equivale a indicar que la primera constante de equilibrio es infinita: $k_1 = \infty$).

(6) Casillas de entrada de valores

Permiten entrar los valores numéricos de concentración, constantes, volumen, etc.
Los valores numéricos se pueden entrar en alguno de los siguientes formatos:

- Números corrientes: 0.24; 15.23
- Porcentajes: 90%; 12%
- Fracciones: 2/3; 5/8
- Notación científica: 2E-4 (equivalente a $2x10^{-4} = 0.0002$)

◆ ***Nota 1:***
Separador decimal:
En esta aplicación el separador de decimales puede ser tanto la coma [,] como el punto [.].
El resultado se mostrará con el mismo separador decimal que el usado en la entrada.

◆ ***Nota 2:***
Notación científica:
La notación científica se usa para poder representar números que, en valor absoluto, son muy grandes o muy pequeños. Consta de una mantisa y una potencia de 10. En los ordenadores y en muchas calculadoras la notación científica se suele representar mediante la mantisa seguida de la letra E y un exponente de 10.

Ejemplos:
Para entrar: $5{,}67 \times 10^{89}$ escribiremos 5,67 E 89 en la casilla de entrada.
Para entrar: $1{,}23 \times 10^{-45}$ escribiremos 1,23 E-45 en la casilla de entrada.

◆ ***AVISO:***
No use puntos ni comas como separadores de millares. Use únicamente espacios si así lo desea.
Si usa varios puntos o comas pueden obtenerse resultados incorrectos.

(7) Botones *Calcular, Gráfica* y *Borrar*

Calcular
Calcula el resultado a partir de los valores introducidos en las casillas de entrada.
Si los datos entrados no son válidos se presentará un mensaje de error.

Gráfica
Presenta la ventana para la selección del tipo de gráfica a representar.

Borrar
Borra los datos de entrada y salida.

(8) Casillas de salida de valores

Muestran los resultados numéricos de los cálculos realizados.
Los valores numéricos se presentarán en alguno de los siguientes formatos:

- Números corrientes: 0.24; 15.23
- Notación científica: 2E-4 (equivalente a $2x10^{-4} = 0.0002$)

◆ ***Nota:***
El resultado se mostrará con el mismo separador decimal que el usado en la entrada.

(9) Fórmulas

Muestra las fórmulas correspondientes al tipo de equilibrio ácido-base actual.

(10) Botones de control de la ventana

Son los botones habituales de las ventanas de Windows:

Botón ***Minimizar***
Reduce la aplicación a un icono en la barra de tareas.

Botón ***Maximizar / Restaurar***
Aumenta la ventana de la aplicación ocupando todo el escritorio o vuelve a poner la ventana al tamaño inicial después de haberla maximizado.

Botón ***Cerrar***
Cierra la aplicación.

Tipos de cálculos de equilibrios ácido-base

Para seleccionar cada uno de los tipos de cálculos disponibles podemos pulsar sobre la pestaña correspondiente en la barra de pestañas o bien seleccionarlo desde el menú *Tipo de cálculo*.

Equilibrio de **ácido/base simple**

Son cálculos de disoluciones simples de un componente (ácido o base).

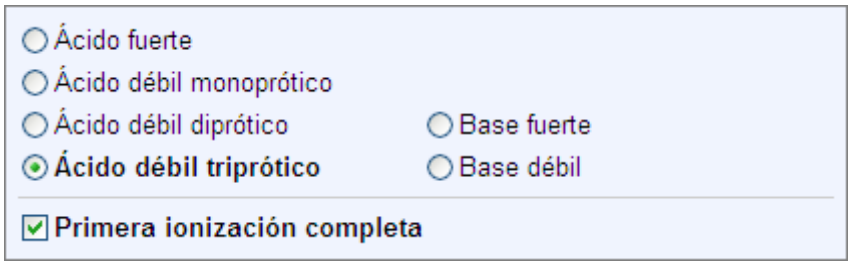

Fig. 2

Los subtipos de cálculo disponibles son:

- Ácido fuerte.
- Ácido débil monoprótico.
- Ácido débil diprótico.
- Ácido débil triprótico.
- Base fuerte.
- Base débil.

◆ ***Nota:***
Si el ácido es diprótico o triprótico y tiene la primera ionización completa, pulsaremos sobre la casilla de verificación *Primera ionización completa*.
Esto equivale a indicar que la primera constante de equilibrio del ácido es infinita: $k_1 = \infty$.

Equilibrios de **hidrólisis de sales**

Son cálculos de disoluciones con sales.

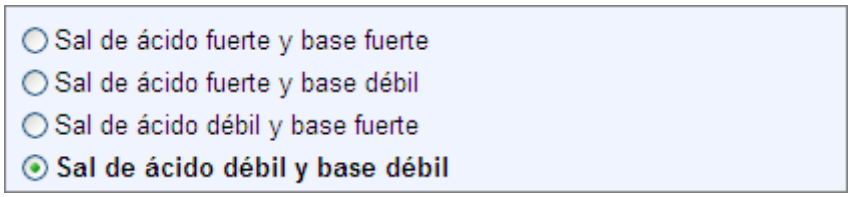
Sal de ácido fuerte y base fuerte
Sal de ácido fuerte y base débil
Sal de ácido débil y base fuerte
Sal de ácido débil y base débil

Fig. 3

Los subtipos de cálculo disponibles son:

- Sal de ácido fuerte y base fuerte.
- Sal de ácido fuerte y base débil.
- Sal de ácido débil y base fuerte.
- Sal de ácido débil y base débil.

Equilibrios de **mezcla ácido + base**

Son cálculos de disoluciones con mezclas de ácidos y bases.

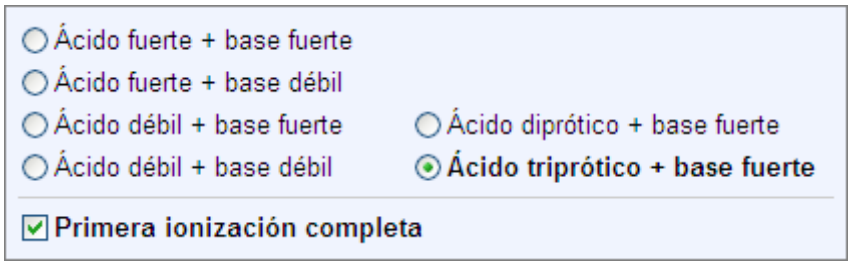
Ácido fuerte + base fuerte
Ácido fuerte + base débil
Ácido débil + base fuerte
Ácido débil + base débil
Ácido diprótico + base fuerte
Ácido triprótico + base fuerte
Primera ionización completa

Fig. 4

Los subtipos de cálculo disponibles son:

- Ácido fuerte + base fuerte.
- Ácido fuerte + base débil.
- Ácido débil (monoprótico) + base fuerte.
- Ácido débil (monoprótico) + base débil.
- Ácido (débil) diprótico + base fuerte.
- Ácido (débil) triprótico + base fuerte.

◆ ***Nota:***
Si el ácido es diprótico o triprótico y tiene la primera ionización completa, pulsaremos sobre la casilla de verificación *Primera ionización completa*.

Esto equivale a indicar que la primera constante de equilibrio del ácido es infinita: $k_1 = \infty$.

Equilibrios de **disolución reguladora**

Son cálculos de disoluciones reguladoras (tampón, buffer o amortiguadoras).

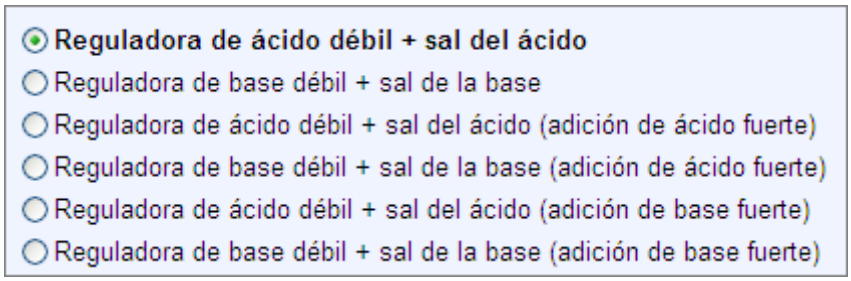
Reguladora de ácido débil + sal del ácido
Reguladora de base débil + sal de la base
Reguladora de ácido débil + sal del ácido (adición de ácido fuerte)
Reguladora de base débil + sal de la base (adición de ácido fuerte)
Reguladora de ácido débil + sal del ácido (adición de base fuerte)
Reguladora de base débil + sal de la base (adición de base fuerte)

Fig. 5

Los subtipos de cálculo disponibles son:

- Reguladora de ácido débil + sal del ácido.
- Reguladora de base débil + sal de la base.
- Reguladora de ácido débil + sal del ácido (adición de ácido fuerte).
- Reguladora de base débil + sal de la base (adición de ácido fuerte).
- Reguladora de ácido débil + sal del ácido (adición de base fuerte).
- Reguladora de base débil + sal de la base (adición de base fuerte).

Equilibrios de **valoración ácido-base**

Son cálculos de valoraciones volumétricas de ácidos y bases.

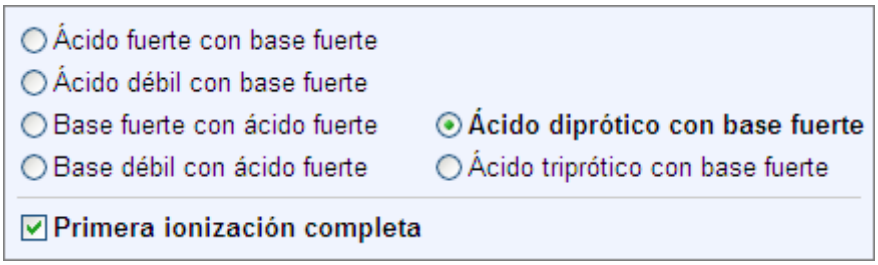
Ácido fuerte con base fuerte
Ácido débil con base fuerte
Base fuerte con ácido fuerte
Ácido diprótico con base fuerte
Base débil con ácido fuerte
Ácido triprótico con base fuerte
Primera ionización completa

Fig. 6

Los subtipos de cálculo disponibles son:

- Valoración de ácido fuerte con base fuerte.
- Valoración ácido débil (monoprótico) con base fuerte.
- Valoración de base fuerte con ácido fuerte.
- Valoración de base débil con ácido fuerte.
- Valoración de ácido (débil) diprótico con base fuerte.
- Valoración de ácido (débil) triprótico con base fuerte.

◆ ***Nota:***
Si el ácido es diprótico o triprótico y tiene la primera ionización completa, pulsaremos sobre la casilla de verificación *Primera ionización completa*.

Esto equivale a indicar que la primera constante de equilibrio del ácido es infinita: $k_1 = \infty$.

Ventana de selección del tipo de gráfica

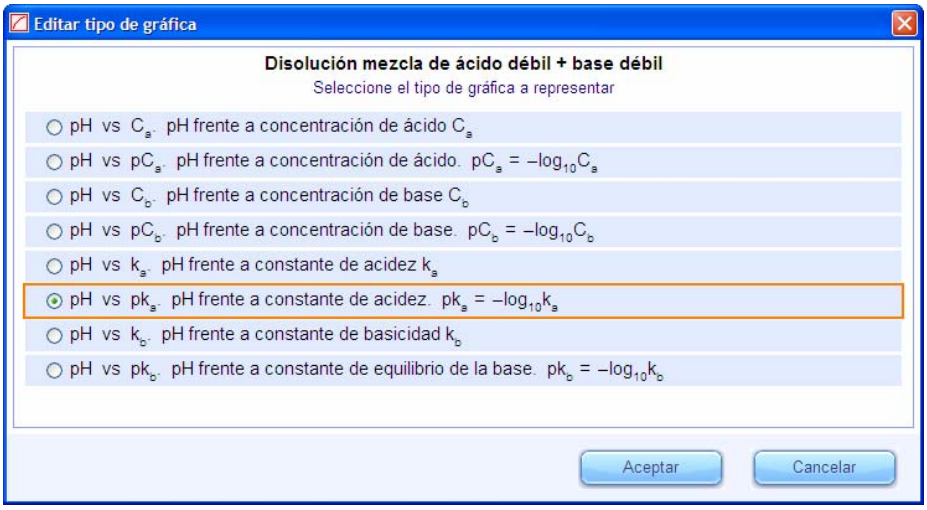
Editar tipo de gráfica
Disolución mezcla de ácido débil + base débil
Seleccione el tipo de gráfica a representar
pH vs C_a. pH frente a concentración de ácido C_a
pH vs pC_a. pH frente a concentración de ácido. $pC_a = -\log_{10}C_a$
pH vs C_b. pH frente a concentración de base C_b
pH vs pC_b. pH frente a concentración de base. $pC_b = -\log_{10}C_b$
pH vs k_a. pH frente a constante de acidez k_a
pH vs pk_a. pH frente a constante de acidez. $pk_a = -\log_{10}k_a$
pH vs k_b. pH frente a constante de basicidad k_b
pH vs pk_b. pH frente a constante de equilibrio de la base. $pk_b = -\log_{10}k_b$
Aceptar
Cancelar

Fig. 7
Ventana de selección del tipo de gráfica

La ventana de selección del tipo de gráfica nos permite seleccionar la gráfica a representar para el tipo de equilibrio calculado.

Ventana *Gráfica*

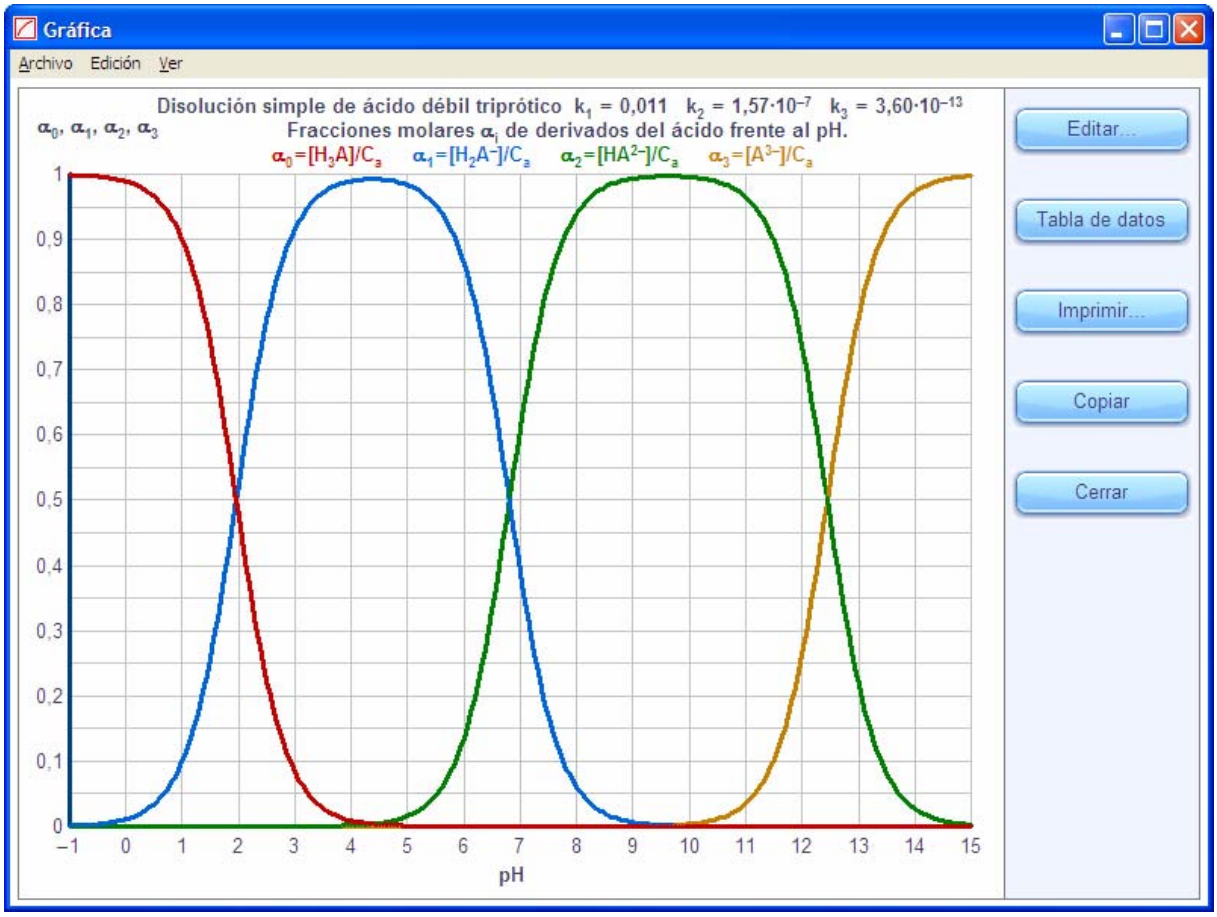

Fig. 8
Ventana *Gráfica*

La ventana *Gráfica* muestra la gráfica seleccionada para el tipo de equilibrio calculado.

Consta de los siguientes menús y botones:

Menú ***Archivo***

Editar tipo de gráfica...
Abre la ventana de selección del tipo de gráfica.

Guardar imagen como...
Guarda la gráfica como un archivo BitMap.

Imprimir...
Imprime la gráfica en una impresora.

Cerrar
Cierra la ventana gráfica y vuelve a la ventana principal.

Menú ***Edición***

Copiar
Copia la imagen al portapapeles en formato BitMap.

Menú ***Ver***

Tabla de datos
Abre la ventana con la tabla de datos correspondiente a la gráfica actual.

Botón ***Editar***
Abre la ventana de selección del tipo de gráfica.

Botón ***Tabla de datos***
Abre la ventana con la tabla de datos correspondiente a la gráfica actual.

Botón ***Imprimir...***
Imprime la gráfica en una impresora.

Botón ***Copiar***
Copia la imagen al portapapeles en formato BitMap.

Botón ***Cerrar***
Cierra la ventana gráfica y vuelve a la ventana principal.

Ventana *Tabla*

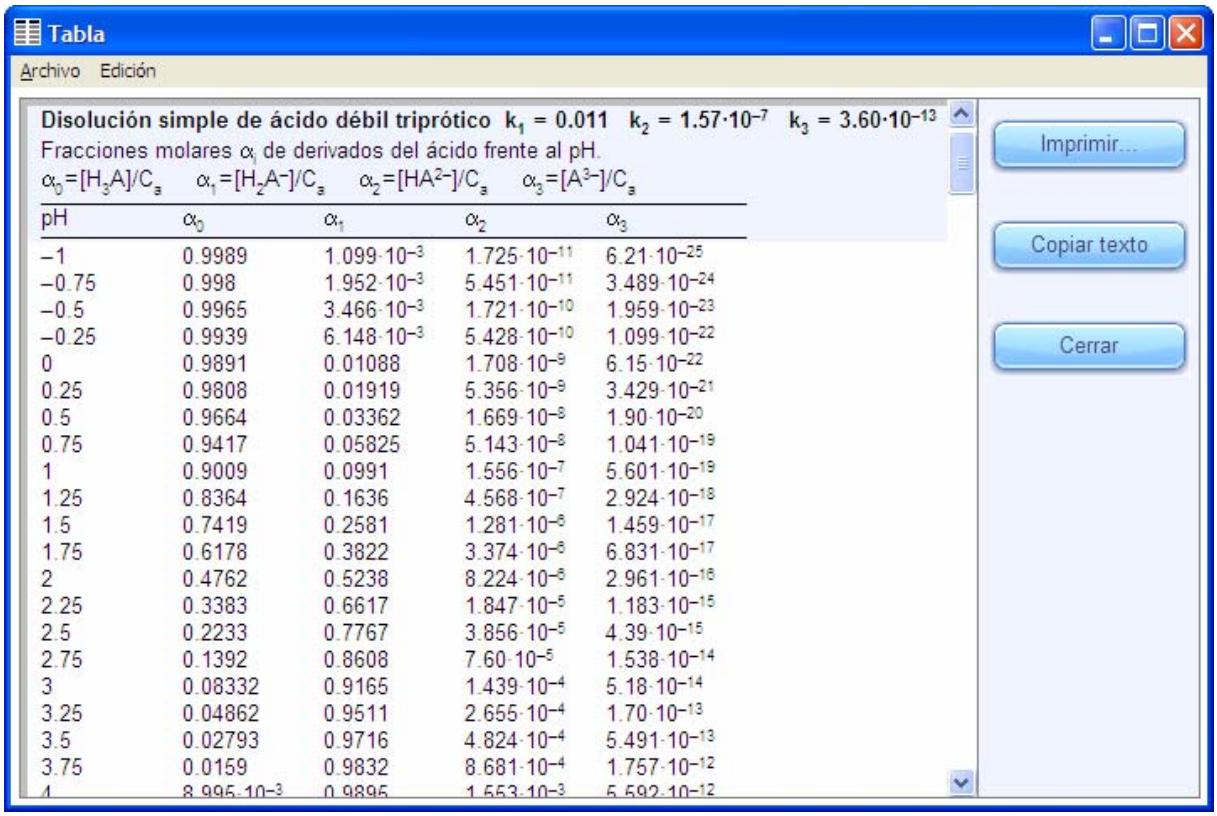
Tabla
Archivo Edición
Disolución simple de ácido débil triprótico $k_1 = 0.011$ $k_2 = 1.57\cdot10^{-7}$ $k_3 = 3.60\cdot10^{-13}$
Fracciones molares α_i de derivados del ácido frente al pH.
$\alpha_0=[H_3A]/C_a$ $\alpha_1=[H_2A^-]/C_a$ $\alpha_2=[HA^{2-}]/C_a$ $\alpha_3=[A^{3-}]/C_a$
Imprimir...
Copiar texto
Cerrar

pH	α_0	α_1	α_2	α_3
−1	0.9989	$1.099\cdot10^{-3}$	$1.725\cdot10^{-11}$	$6.21\cdot10^{-25}$
−0.75	0.998	$1.952\cdot10^{-3}$	$5.451\cdot10^{-11}$	$3.489\cdot10^{-24}$
−0.5	0.9965	$3.466\cdot10^{-3}$	$1.721\cdot10^{-10}$	$1.959\cdot10^{-23}$
−0.25	0.9939	$6.148\cdot10^{-3}$	$5.428\cdot10^{-10}$	$1.099\cdot10^{-22}$
0	0.9891	0.01088	$1.708\cdot10^{-9}$	$6.15\cdot10^{-22}$
0.25	0.9808	0.01919	$5.356\cdot10^{-9}$	$3.429\cdot10^{-21}$
0.5	0.9664	0.03362	$1.669\cdot10^{-8}$	$1.90\cdot10^{-20}$
0.75	0.9417	0.05825	$5.143\cdot10^{-8}$	$1.041\cdot10^{-19}$
1	0.9009	0.0991	$1.556\cdot10^{-7}$	$5.601\cdot10^{-19}$
1.25	0.8364	0.1636	$4.568\cdot10^{-7}$	$2.924\cdot10^{-18}$
1.5	0.7419	0.2581	$1.281\cdot10^{-6}$	$1.459\cdot10^{-17}$
1.75	0.6178	0.3822	$3.374\cdot10^{-6}$	$6.831\cdot10^{-17}$
2	0.4762	0.5238	$8.224\cdot10^{-6}$	$2.961\cdot10^{-16}$
2.25	0.3383	0.6617	$1.847\cdot10^{-5}$	$1.183\cdot10^{-15}$
2.5	0.2233	0.7767	$3.856\cdot10^{-5}$	$4.39\cdot10^{-15}$
2.75	0.1392	0.8608	$7.60\cdot10^{-5}$	$1.538\cdot10^{-14}$
3	0.08332	0.9165	$1.439\cdot10^{-4}$	$5.18\cdot10^{-14}$
3.25	0.04862	0.9511	$2.655\cdot10^{-4}$	$1.70\cdot10^{-13}$
3.5	0.02793	0.9716	$4.824\cdot10^{-4}$	$5.491\cdot10^{-13}$
3.75	0.0159	0.9832	$8.681\cdot10^{-4}$	$1.757\cdot10^{-12}$
4	$8.995\cdot10^{-3}$	0.9895	$1.553\cdot10^{-3}$	$5.592\cdot10^{-12}$

Fig. 9
Ventana *Tabla*

La ventana *Tabla* muestra la tabla de valores correspondiente a la gráfica seleccionada para el tipo de equilibrio calculado.

Consta de los siguientes menús y botones:

Menú ***Archivo***

Guardar tabla como...
Guarda la tabla como un archivo de texto.

◆ ***Nota:***
Al guardar como texto, los formatos y símbolos especiales se perderán.

Imprimir...
Imprime la tabla de valores en una impresora.

Cerrar
Cierra la ventana y vuelve a la ventana gráfica.

Menú ***Edición***

Copiar
Copia la tabla al portapapeles en formato de texto.

◆ ***Nota:***
Al copiar como texto, los formatos y símbolos especiales se perderán.

Botón ***Imprimir...***
Imprime la tabla de valores en una impresora.

Botón ***Copiar***
Copia la tabla al portapapeles en formato de texto.

◆ ***Nota:***
Al copiar como texto, los formatos y símbolos especiales se perderán.

Botón ***Cerrar***
Cierra la ventana y vuelve a la ventana gráfica.

Ejemplos

En los ejemplos siguientes se supone que el producto iónico del agua vale pKw =14.00.
Podemos establecer este valor pulsando sobre el menú: *Configuración / Producto iónico del agua Kw*

Ejemplo 1: Ácido simple.

Tenemos una disolución de ácido fosfórico (H_3PO_4) de concentración 0,2 mol/L.
Siendo las constantes de disociación: $k_1 = 1{,}1 \cdot 10^{-2}$; $k_2 = 1{,}57 \cdot 10^{-7}$; $k_3 = 3{,}6 \cdot 10^{-13}$, calcular:
a) El pH de la disolución.
b) Gráfica de la distribución de las fracciones molares de las especies derivadas del ácido en función del pH y su correspondiente tabla de valores.

Procedimiento de resolución:

1) Iniciamos la aplicación.

2) Seleccionamos la pestaña *Ácido / Base simple.*

3) Seleccionamos la opción *Ácido triprótico.*

4) Introducimos los valores:
$C_a = 0{,}2$ $k_1 = 1{,}1E\text{-}2$ $k_2 = 1{,}57E\text{-}7$ $k_3 = 3{,}6E\text{-}13$

5) Pulsamos el botón *Calcular*

6) Obtenemos el valor del pH:
pH = 1,38

7) Pulsamos el botón *Gráfica* para mostrar la ventana de selección del tipo de gráfica.

8) Seleccionamos el tipo de gráfica: *Fracciones molares α_i de derivados del ácido frente al pH*.

9) Se mostrará la ventana gráfica (ver figura 8).
Recordemos que en este caso las fracciones molares serán:

$$\alpha_0 = [H_3PO_4] / C_a \qquad \alpha_1 = [H_2PO_4^-] / C_a \qquad \alpha_2 = [HPO_4^{2-}] / C_a \qquad \alpha_3 = [PO_4^{3-}] / C_a$$

10) Pulsamos el botón *Tabla de datos* para mostrar la ventana con la tabla de valores de la gráfica (ver figura 9).

Ejemplo 2: Valoración volumétrica.
Hemos valorado 30 mL de una disolución de ácido acético (ácido débil) con 42 mL de disolución de hidróxido sódico (base fuerte) de concentración 0,095 mol/L.
Siendo la constante de disociación del ácido acético: $k_a = 1{,}8 \cdot 10^{-5}$ calcular:
a) La concentración del ácido acético.
b) El pH en el punto de equivalencia.
c) La curva de valoración del pH en función del volumen de base añadido.

Procedimiento de resolución:
1) Iniciamos la aplicación.

2) Seleccionamos la pestaña *Valoración ácido-base.*

3) Seleccionamos la opción *Ácido débil con base fuerte.*

4) Introducimos los valores:
$V_a = 30$ $k_a = 1{,}8E\text{-}5$ $C_{BF} = 0{,}095$ $V_{eq} = 42$

5) Pulsamos el botón *Calcular*

6) Obtenemos la concentración inicial del ácido y el pH del punto de equivalencia.
$C_a = 0{,}133$ mol/L $pH_{eq} = 8{,}744$

7) Pulsamos el botón *Gráfica* para mostrar la ventana de selección del tipo de gráfica.

8) Seleccionamos el tipo de gráfica: *pH frente al volumen de base fuerte añadida.*

9) Se abrirá la ventana con la curva de valoración que se muestra a continuación (Fig. 10).

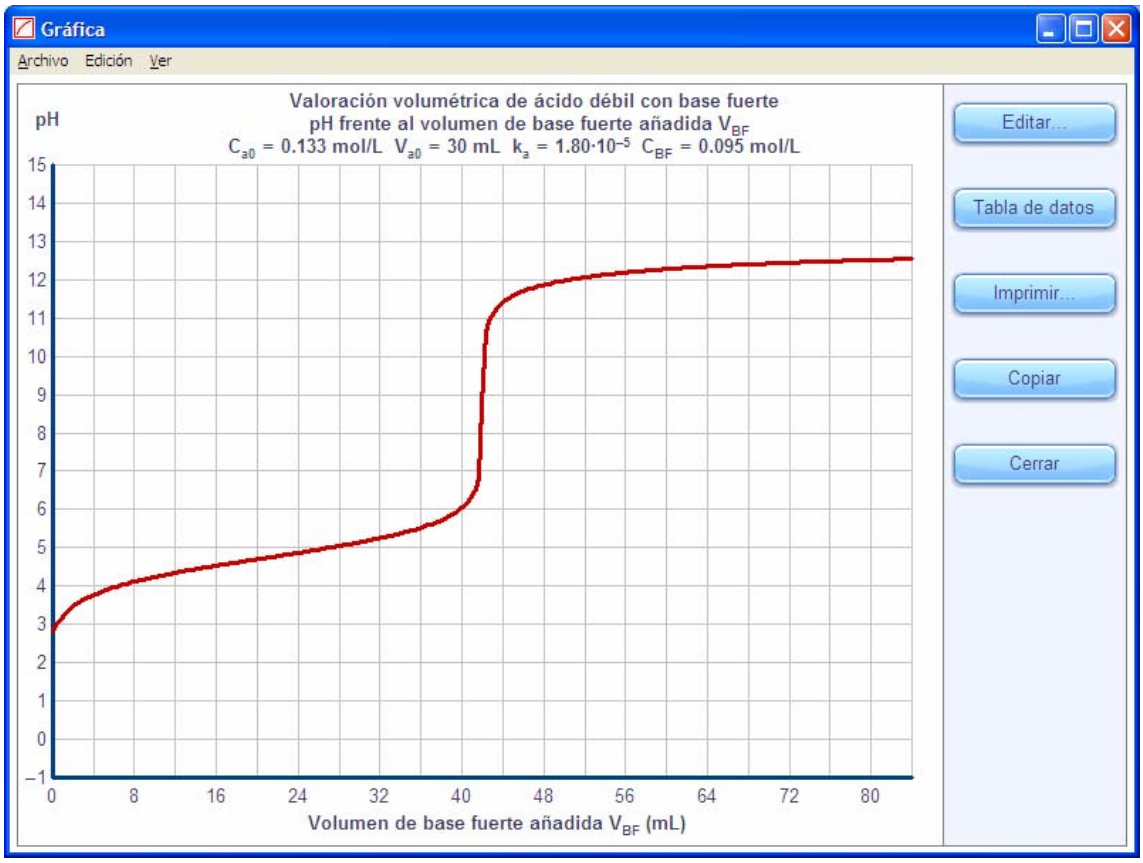

Fig. 10
Curva de valoración de ácido acético con hidróxido sódico.

Fórmulas de equilibrios

Equilibrios de **ácido/base simple**

Ácido fuerte	$HA \rightarrow H^+ + A^-$ $k_w = [H^+]\cdot[OH^-]$ $[HA] = 0$ Balance de masa: $C_a = [A^-]$ Balance de carga: $[H^+] = [OH^-] + [A^-]$
Base fuerte	$BOH \rightarrow B^+ + OH^-$ $k_w = [H^+]\cdot[OH^-]$ $[BOH] = 0$ Balance de masa: $C_b = [B^+]$ Balance de carga: $[H^+] + [B^+] = [OH^-]$
Base débil	$BOH \leftrightarrow B^+ + OH^- \qquad k_b = \frac{[B^+]\cdot[OH^-]}{[BOH]}$ $k_w = [H^+]\cdot[OH^-]$ Balance de masa: $C_b = [BOH] + [B^+]$ Balance de carga: $[H^+] + [B^+] = [OH^-]$
Ácido débil monoprótico	$HA \leftrightarrow H^+ + A^- \qquad k_a = \frac{[H^+]\cdot[A^-]}{[HA]}$ $k_w = [H^+]\cdot[OH^-]$ Balance de masa: $C_a = [HA] + [A^-]$ Balance de carga: $[H^+] = [OH^-] + [A^-]$

Ácido débil diprótico	$H_2A \leftrightarrow H^+ + HA^- \quad k_1 = \frac{[H^+]\cdot[HA^-]}{[H_2A]}$ $HA^- \leftrightarrow H^+ + A^{2-} \quad k_2 = \frac{[H^+]\cdot[A^{2-}]}{[HA^-]}$ $k_w = [H^+]\cdot[OH^-]$ Balance de masa: $C_a = [H_2A] + [HA^-] + [A^{2-}]$ Balance de carga: $[H^+] = [OH^-] + [HA^-] + 2[A^{2-}]$
Ácido débil diprótico **(1ª ionización completa: $k_1 = \infty$)**	$H_2A \rightarrow H^+ + HA^- \quad k_1 = \infty$ $HA^- \leftrightarrow H^+ + A^{2-} \quad k_2 = \frac{[H^+]\cdot[A^{2-}]}{[HA^-]}$ $k_w = [H^+]\cdot[OH^-]$ $[H_2A] = 0$ Balance de masa: $C_a = [HA^-] + [A^{2-}]$ Balance de carga: $[H^+] = [OH^-] + [HA^-] + 2[A^{2-}]$
Ácido débil triprótico	$H_3A \leftrightarrow H^+ + H_2A^- \quad k_1 = \frac{[H^+]\cdot[H_2A^-]}{[H_3A]}$ $H_2A^- \leftrightarrow H^+ + HA^{2-} \quad k_2 = \frac{[H^+]\cdot[HA^{2-}]}{[H_2A^-]}$ $HA^{2-} \leftrightarrow H^+ + A^{3-} \quad k_3 = \frac{[H^+]\cdot[A^{3-}]}{[HA^{2-}]}$ $k_w = [H^+]\cdot[OH^-]$ Balance de masa: $C_a = [H_3A] + [H_2A^-] + [HA^{2-}] + [A^{3-}]$ Balance de carga: $[H^+] = [OH^-] + [H_2A^-] + 2[HA^{2-}] + 3[A^{3-}]$

Ácido débil triprótico **(1ª ionización completa: $k_1 = \infty$)**	$H_3A \rightarrow H^+ + H_2A^- \quad k_1 = \infty$ $H_2A^- \leftrightarrow H^+ + HA^{2-} \quad k_2 = \frac{[H^+]\cdot[HA^{2-}]}{[H_2A^-]}$ $HA^{2-} \leftrightarrow H^+ + A^{3-} \quad k_3 = \frac{[H^+]\cdot[A^{3-}]}{[HA^{2-}]}$ $k_w = [H^+]\cdot[OH^-]$ $[H_3A] = 0$ Balance de masa: $C_a = [H_2A^-] + [HA^{2-}] + [A^{3-}]$ Balance de carga: $[H^+] = [OH^-] + [H_2A^-] + 2[HA^{2-}] + 3[A^{3-}]$

Equilibrios de **hidrólisis de sales**

Sal: **Anión de ácido fuerte** **Catión de base fuerte**	$BA \rightarrow B^+ + A^-$ $k_w = [H^+]\cdot[OH^-]$ $[BA] = 0$ Balance de masa: $C_S = [B^+] = [A^-]$ Balance de carga: $[H^+] + [B^+] = [OH^-] + [A^-]$
Sal: **Anión de ácido fuerte** **Catión de base débil**	$BA \rightarrow B^+ + A^-$ $BOH \leftrightarrow B^+ + OH^- \quad k_b = \frac{[B^+]\cdot[OH^-]}{[BOH]}$ $k_w = [H^+]\cdot[OH^-]$ $[BA] = 0$ Balance de masa: $C_S = [B^+] + [BOH] = [A^-]$ Balance de carga: $[H^+] + [B^+] = [OH^-] + [A^-]$

Sal: **Anión de ácido débil** **Catión de base fuerte**	$BA \rightarrow B^+ + A^-$ $HA \leftrightarrow H^+ + A^- \qquad k_a = \frac{[H^+]\cdot[A^-]}{[HA]}$ $k_w = [H^+]\cdot[OH^-]$ $[BA] = 0$ Balance de masa: $C_S = [B^+] = [HA] + [A^-]$ Balance de carga: $[H^+] + [B^+] = [OH^-] + [A^-]$
Sal: **Anión de ácido débil** **Catión de base débil**	$BA \rightarrow B^+ + A^-$ $BOH \leftrightarrow B^+ + OH^- \qquad k_b = \frac{[B^+]\cdot[OH^-]}{[BOH]}$ $HA \leftrightarrow H^+ + A^- \qquad k_a = \frac{[H^+]\cdot[A^-]}{[HA]}$ $k_w = [H^+]\cdot[OH^-]$ $[BA] = 0$ Balance de masa: $C_S = [B^+] + [BOH] = [HA] + [A^-]$ Balance de carga: $[H^+] + [B^+] = [OH^-] + [A^-]$

Equilibrios de **mezcla ácido + base**

Ácido fuerte + base fuerte	$HA \rightarrow H^+ + A^-$ $BOH \rightarrow B^+ + OH^-$ $k_w = [H^+]\cdot[OH^-]$ $[HA] = 0$ $[BOH] = 0$ Balance de masa: $C_a = [A^-], \qquad C_b = [B^+]$ Balance de carga: $[H^+] + [B^+] = [OH^-] + [A^-]$

Ácido fuerte + base débil	$HA \rightarrow H^+ + A^-$ $BOH \leftrightarrow B^+ + OH^- \qquad k_b = \frac{[B^+]\cdot[OH^-]}{[BOH]}$ $k_w = [H^+]\cdot[OH^-]$ $[HA] = 0$ Balance de masa: $C_a = [A^-], \quad C_b = [BOH] + [B^+]$ Balance de carga: $[H^+] + [B^+] = [OH^-] + [A^-]$
Ácido débil + base fuerte	$HA \leftrightarrow H^+ + A^- \qquad k_a = \frac{[H^+]\cdot[A^-]}{[HA]}$ $BOH \rightarrow B^+ + OH^-$ $k_w = [H^+]\cdot[OH^-]$ $[BOH] = 0$ Balance de masa: $C_a = [HA^-] + [A^-], \quad C_b = [B^+]$ Balance de carga: $[H^+] + [B^+] = [OH^-] + [A^-]$
Ácido débil + base débil	$HA \leftrightarrow H^+ + A^- \qquad k_a = \frac{[H^+]\cdot[A^-]}{[HA]}$ $BOH \leftrightarrow B^+ + OH^- \qquad k_b = \frac{[B^+]\cdot[OH^-]}{[BOH]}$ $k_w = [H^+]\cdot[OH^-]$ Balance de masa: $C_a = [HA^-] + [A^-]$ $C_b = [BOH] + [B^+]$ Balance de carga: $[H^+] + [B^+] = [OH^-] + [A^-]$

Ácido débil diprótico + base fuerte	$H_2A \leftrightarrow H^+ + HA^- \quad k_1 = \frac{[H^+]\cdot[HA^-]}{[H_2A]}$ $HA^- \leftrightarrow H^+ + A^{2-} \quad k_2 = \frac{[H^+]\cdot[A^{2-}]}{[HA^-]}$ $BOH \rightarrow B^+ + OH^-$ $k_w = [H^+]\cdot[OH^-]$ $[BOH] = 0$ Balance de masa: $C_a = [H_2A] + [HA^-] + [A^{2-}]$ $C_b = [B^+]$ Balance de carga: $[H^+] + [B^+] = [OH^-] + [HA^-] + 2[A^{2-}]$
Ácido débil diprótico + base fuerte (1ª ionización completa: $k_1 = \infty$)	$H_2A \rightarrow H^+ + HA^- \quad k_1 = \infty$ $HA^- \leftrightarrow H^+ + A^{2-} \quad k_2 = \frac{[H^+]\cdot[A^{2-}]}{[HA^-]}$ $BOH \rightarrow B^+ + OH^-$ $k_w = [H^+]\cdot[OH^-]$ $[H_2A] = 0$ $[BOH] = 0$ Balance de masa: $C_a = [HA^-] + [A^{2-}], \quad C_b = [B^+]$ Balance de carga: $[H^+] + [B^+] = [OH^-] + [HA^-] + 2[A^{2-}]$

Ácido débil triprótico + base fuerte	$H_3A \leftrightarrow H^+ + H_2A^- \quad k_1 = \frac{[H^+]\cdot[H_2A^-]}{[H_3A]}$ $H_2A^- \leftrightarrow H^+ + HA^{2-} \quad k_2 = \frac{[H^+]\cdot[HA^{2-}]}{[H_2A^-]}$ $HA^{2-} \leftrightarrow H^+ + A^{3-} \quad k_3 = \frac{[H^+]\cdot[A^{3-}]}{[HA^{2-}]}$ $BOH \rightarrow B^+ + OH^-$ $k_w = [H^+]\cdot[OH^-]$ $[BOH] = 0$ Balance de masa: $C_a = [H_3A] + [H_2A^-] + [HA^{2-}] + [A^{3-}]$ $C_b = [B^+]$ Balance de carga: $[H^+]+[B^+]=[OH^-]+[H_2A^-]+2[HA^{2-}]+3[A^{3-}]$
Ácido débil triprótico + base fuerte (1ª ionización completa: $k_1 = \infty$)	$H_3A \rightarrow H^+ + H_2A^- \quad k_1 = \infty$ $H_2A^- \leftrightarrow H^+ + HA^{2-} \quad k_2 = \frac{[H^+]\cdot[HA^{2-}]}{[H_2A^-]}$ $HA^{2-} \leftrightarrow H^+ + A^{3-} \quad k_3 = \frac{[H^+]\cdot[A^{3-}]}{[HA^{2-}]}$ $BOH \rightarrow B^+ + OH^-$ $k_w = [H^+]\cdot[OH^-]$ $[H_3A] = 0$ $[BOH] = 0$ Balance de masa: $C_a = [H_2A^-] + [HA^{2-}] + [A^{3-}], \quad C_b = [B^+]$ Balance de carga: $[H^+]+[B^+]=[OH^-]+[H_2A^-]+2[HA^{2-}]+3[A^{3-}]$

Equilibrios de **disolución reguladora**

Disolución reguladora de un ácido débil y su sal de una base fuerte	$BA \rightarrow B^+ + A^-$ $HA \leftrightarrow H^+ + A^- \qquad k_a = \frac{[H^+]\cdot[A^-]}{[HA]}$ $k_w = [H^+]\cdot[OH^-]$ $[BA] = 0$ Balance de masa: $C_a + C_S = [HA] + [A^-]$ $C_S = [B^+]$ Balance de carga: $[H^+] + [B^+] = [OH^-] + [A^-]$
Disolución reguladora de una base débil y su sal de un ácido fuerte	$BA \rightarrow B^+ + A^-$ $BOH \leftrightarrow B^+ + OH^- \qquad k_b = \frac{[B^+]\cdot[OH^-]}{[BOH]}$ $k_w = [H^+]\cdot[OH^-]$ $[BA] = 0$ Balance de masa: $C_b + C_S = [BOH] + [B^+]$ $C_S = [A^-]$ Balance de carga: $[H^+] + [B^+] = [OH^-] + [A^-]$
Adición de ácido fuerte a disolución reguladora de ácido débil y su sal	$BA \rightarrow B^+ + A^-$ $HA \leftrightarrow H^+ + A^- \qquad k_a = \frac{[H^+]\cdot[A^-]}{[HA]}$ $HX \rightarrow H^+ + X^-$ $k_w = [H^+]\cdot[OH^-]$ $[BA] = 0, \quad [HX] = 0$ Balance de masa: $C_a + C_S = [HA] + [A^-]$ $C_S = [B^+], \quad C_{AF} = [X^-]$ Balance de carga: $[H^+] + [B^+] = [OH^-] + [A^-] + [X^-]$

Adición de ácido fuerte a disolución reguladora de base débil y su sal	$BA \rightarrow B^+ + A^-$ $BOH \leftrightarrow B^+ + OH^- \qquad k_b = \frac{[B^+]\cdot[OH^-]}{[BOH]}$ $HX \rightarrow H^+ + X^-$ $k_w = [H^+]\cdot[OH^-]$ $[BA] = 0, \quad [HX] = 0$ Balance de masa: $C_b + C_S = [BOH] + [B^+]$ $C_S = [A^-], \quad C_{AF} = [X^-]$ Balance de carga: $[H^+] + [B^+] = [OH^-] + [A^-] + [X^-]$
Adición de base fuerte a disolución reguladora de ácido débil y su sal	$BA \rightarrow B^+ + A^-$ $HA \leftrightarrow H^+ + A^- \qquad k_a = \frac{[H^+]\cdot[A^-]}{[HA]}$ $ZOH \rightarrow Z^+ + OH^-$ $k_w = [H^+]\cdot[OH^-]$ $[BA] = 0, \quad [ZOH] = 0$ Balance de masa: $C_a + C_S = [HA] + [A^-]$ $C_S = [B^+], \quad C_{BF} = [Z^+]$ Balance de carga: $[H^+] + [B^+] + [Z^+] = [OH^-] + [A^-]$
Adición de base fuerte a disolución reguladora de base débil y su sal.	$BA \rightarrow B^+ + A^-$ $BOH \leftrightarrow B^+ + OH^- \qquad k_b = \frac{[B^+]\cdot[OH^-]}{[BOH]}$ $ZOH \rightarrow Z^+ + OH^-$ $k_w = [H^+]\cdot[OH^-]$ $[BA] = 0, \quad [ZOH] = 0$ Balance de masa: $C_b + C_S = [BOH] + [B^+]$ $C_S = [A^-], \quad C_{BF} = [Z^+]$ Balance de carga: $[H^+] + [B^+] + [Z^+] = [OH^-] + [A^-]$

Equilibrios de **valoración ácido-base**

Valoración de base monoprótica con ácido fuerte	$BOH + HA \rightarrow BA + H_2O$ $V_{eq} = \frac{C_b V_b}{C_{AF}}$
Valoración de ácido monoprótico con base fuerte	$HA + BOH \rightarrow BA + H_2O$ $V_{eq} = \frac{C_a V_a}{C_{BF}}$
Valoración de ácido diprótico con base fuerte	$H_2A + 2BOH \rightarrow B_2A + 2H_2O$ $V_{eq} = \frac{2 C_a V_a}{C_{BF}}, \quad V_{eq1} = \frac{V_{eq}}{2}$
Valoración de ácido triprótico con base fuerte	$H_3A + 3BOH \rightarrow B_3A + 3H_2O$ $V_{eq} = \frac{3 C_a V_a}{C_{BF}}, \quad V_{eq1} = \frac{V_{eq}}{3}, \quad V_{eq2} = \frac{2 V_{eq}}{3}$

Tipos de representaciones gráficas

pH vs. C_a	pH frente a concentración de ácido C_a
pH vs. pC_a	pH frente a concentración de ácido. $pC_a = -\log_{10}C_a$
pH vs. C_b	pH frente a concentración de base C_b
pH vs. pC_b	pH frente a concentración de base. $pC_b = -\log_{10}C_b$
pH vs. C_S	pH frente a concentración de sal C_S
pH vs. pC_S	pH frente a concentración de sal. $pC_S = -\log_{10}C_S$
pH vs. k_a	pH frente a constante de acidez k_a
pH vs. pk_a	pH frente a constante de acidez. $pk_a = -\log_{10}k_a$
pH vs. k_b	pH frente a constante de basicidad k_b
pH vs. pk_b	pH frente a constante de equilibrio de la base. $pk_b = -\log_{10}k_b$
α vs. C_a	Grado disociación α frente a concentración de ácido C_a
α vs. pC_a	Grado disociación α frente a concentración de ácido. $pC_a = -\log_{10}C_a$
α vs. C_b	Grado disociación α frente a concentración de base C_b
α vs. pC_b	Grado disociación α frente a concentración de base. $pC_b = -\log_{10}C_b$
α_0, α_1 vs. pH	Fracciones molares α_i de derivados del ácido frente al pH
α_0, α_1 vs. pH	Fracciones molares α_i de derivados de la base frente al pH
α_0, α_1, α_2 vs. pH	Fracciones molares α_i de derivados del ácido frente al pH
α_0, α_1, α_2, α_3 vs. pH	Fracciones molares α_i de derivados del ácido frente al pH
pH vs. C_{AF}	pH frente a concentración de ácido fuerte añadido C_{AF}
pH vs. pC_{AF}	pH frente a concentración de ácido fuerte añadido. $pC_{AF} = -\log_{10}C_{AF}$
pH vs. C_{BF}	pH frente a concentración de base fuerte añadida C_{BF}
pH vs. pC_{BF}	pH frente a concentración de base fuerte añadida. $pC_{BF} = -\log_{10}C_{BF}$
pH vs. V_{AF}	pH frente al volumen de ácido fuerte añadido V_{AF}
pH vs. V_{BF}	pH frente al volumen de base fuerte añadida V_{BF}
ΔpH/ΔpV vs. V_{AF}	Tasa de cambio del pH con el volumen frente al volumen de ácido fuerte añadido V_{AF}
ΔpH/ΔpV vs. V_{BF}	Tasa de cambio del pH con el volumen frente al volumen de base fuerte añadida V_{BF}

Comandos de teclado

Comandos de teclado de la ***Ventana principal***

Ctrl + F4	Salir de la aplicación
Alt + F4	Salir de la aplicación
F1	Ayuda: Manual del usuario (Documento PDF...)

Comandos de teclado de la ***Ventana Gráfica***

Ctrl + E	Editar tipo de gráfica
Ctrl + S	Guardar gráfica como imagen BitMap
Ctrl + P	Imprimir gráfica
Ctrl + C	Copiar gráfica al portapapeles como BitMap
Ctrl + T	Abrir tabla de datos
Ctrl + F4	Cerrar ventana
Alt + F4	Cerrar ventana

Comandos de teclado de la ***Ventana Tabla***

Ctrl + S	Guardar tabla de valores como texto
Ctrl + P	Imprimir tabla de valores
Ctrl + C	Copiar tabla al portapapeles como texto
Ctrl + F4	Cerrar ventana
Alt + F4	Cerrar ventana

Especificaciones

Descripción	***EABW*** Aplicación informática para entorno Windows para el cálculo de equilibrios iónicos ácido-base.
Licencia	Shareware
Precisión	Interna: 16 dígitos. Salida: ajustable entre 4 y 12 dígitos significativos.
Separador decimal de entrada de datos	Punto o coma indistintamente.
Separador decimal de salida de datos	Punto o coma, según el utilizado en la última entrada o el seleccionado desde el menú *Configuración / Separador decimal*
Producto iónico del agua K_W	**2 valores:** pK_W = 14.00 a 25 °C, pK_W = 13.59 a 37 °C
Tipos de gráficas	**26 tipos** (ver tabla *Tipos de representaciones gráficas*)
Tipos de cálculos de equilibrios ácido-base (principales)	**5 tipos principales:** - *Ácido/base simple* - *Hidrólisis de sales* - *Mezcla ácido + base* - *Disolución reguladora* - *Valoración ácido-base*
Subtipos de cálculos de equilibrio:	**34 subtipos:** - *Ácido/base simple* (8 subtipos) - *Hidrólisis de sales* (4 subtipos) - *Mezcla ácido + base* (8 subtipos) - *Disolución reguladora* (6 subtipos) - *Valoración ácido-base* (8 subtipos)
Rango de presentación gráfica de pH, pK, pC	**Mínimo:** -1 **Máximo:** 15

Marcas comerciales

* VaxaSoftware y el logotipo Vaxa son marcas comerciales de VaxaSoftware.

* Windows, Windows XP, Windows Vista, Windows 7, Windows 8, Windows 10 y sus logotipos son marcas comerciales registradas o marcas comerciales de Microsoft Corporation en los Estados Unidos de Norteamérica y/o en otros países.

* Adobe, el logotipo de Adobe, Acrobat, el logotipo PDF de Adobe y Reader son marcas comerciales o marcas comerciales registradas de Adobe Systems Incorporated en los Estados Unidos y/o en otros países.

* PayPal y el logotipo PayPal son marcas comerciales o marcas comerciales registradas de PayPal Inc. y/o eBay Inc. en los Estados Unidos y/o en otros países.

* YouTube y el logotipo YouTube son marcas comerciales o marcas comerciales registradas de YouTube LLC y/o Google Inc. en los Estados Unidos y/o en otros países.

* Google y el logotipo Google son marcas comerciales o marcas comerciales registradas de Google Inc. en los Estados Unidos y/o en otros países.

* Visa y el logotipo Visa son marcas comerciales o marcas comerciales registradas de Visa Inc. en los Estados Unidos y/o en otros países.

* Amex, American Express, el logotipo Amex y el logotipo American Express son marcas comerciales o marcas comerciales registradas de American Express Company en los Estados Unidos y/o en otros países.

* MasterCard y el logotipo MasterCard son marcas comerciales o marcas comerciales registradas de MasterCard Incorporated y/o MasterCard Worldwide en los Estados Unidos y/o en otros países.

Todos los demás nombres de productos, nombres de empresas y logotipos son marcas comerciales o marcas comerciales registradas de sus respectivos propietarios.